

Kamprath-Reihe

Dipl.-Ing. Walter Wagner

Planung im Anlagenbau

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

Vogel Buchverlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Planung von Anlagen	13
1.1 Grundkonzeption	14
1.2 Sicherheits- und umwelttechnische Anforderungen	17
1.2.1 Gesetze, Verordnungen, Normen, Vorschriften	17
1.2.2 Sicherheitstechnik	17
1.2.3 Sicherheitseinrichtungen	19
1.2.4 Prozeßleittechnik (PLT) sichert Anlagen	20
1.2.4.1 Klassifizierung von PLT-Einrichtungen	21
1.2.4.2 Klassifizierungsbeispiele	22
1.2.4.3 Anwendungsbeispiel Absicherung von Rührkesseln	23
1.2.5 Emissionen und Emissionsminderung	23
1.2.6 Abfall oder Reststoff?	25
1.2.7 Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	25
1.2.8 Explosionsgefahr und brennbare Flüssigkeiten	29
1.2.9 Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	29
1.2.9.1 Umweltdokumentation	30
1.2.9.2 Umweltrisikoaanalyse	31
1.2.9.3 Geprüfte technische Verfahrensalternativen	32
1.2.10 CE-Kennzeichnung	33
1.3 Zusammenfassung der wichtigsten Planungsschritte	34
1.4 Vor- und Grobplanung	34
1.4.1 Festlegung der Aufgabenstellung	34
1.4.2 Datenerfassung	34
1.4.3 Verfahrensbeschreibung mit Mengen- und Energiebilanzen	36
1.4.4 Verfahrenstechnische Grobauslegung	36
1.4.5 Auslegung der Nebenanlagen	37
1.4.6 Lageplanentwurf	37
1.4.7 Projektbeschreibung, Kostenschätzung, Terminplan	37
1.4.8 Projektierungshilfen	37
1.4.9 Betriebskostenschätzung	37
1.5 Detailplanung	39
1.5.1 Allgemeine Hinweise	39
1.5.2 Genehmigungsantrag	42
1.5.3 Erstellung von Spezifikationen	42
1.6 Anfragen und Bestellungen	43
1.6.1 Anfragen	43
1.6.1.1 Angebote	43
1.6.1.2 Unterlieferanten	43
1.6.1.3 Liefergrenzen und Leistungsgrenzen des Lieferanten	43
1.6.1.4 Angebotsvergleich	43
1.6.2 Bestellungen	44
1.6.2.1 Lieferungen und Leistungen des Bestellers	44
1.7 Abwicklung	46
1.7.1 Auftragsverfolgung	46
1.7.2 Ergänzende Detailplanung	46
1.7.3 Dokumentation	46
1.7.3.1 Abwicklungsdokumentation	47
1.7.3.2 Technische Dokumentation	48
1.8 CAE in der Anlagentechnik	49
1.8.1 Angebotsphase	50

8 Inhaltsverzeichnis

1.8.2	Auftragsphase: Basic-/Detail-Engineering und Rohrleitungs- und Instrumentierungsdiagramm	50
1.8.3	Dreidimensionale Aufstellungsplanung	50
19	Prüflisten für Haupttätigkeiten	54
19.1	Darstellung des Anlagenschemas	54
19.2	Verfahrensablauf	55
19.3	Auslegung von einzelnen Anlagenteilen	56
19.4	Rohrleitungsanlagen	58
19.5	Meß- und Regelungseinrichtungen	58
19.6	Sicherheit und Umwelt	59
19.7	Aufstellungsplan	61
19.8	Montagevorbereitung	61
1.10	Planungsfehler	61
2	Kaufmännische Planung	63
2.1	Kostenermittlung	63
2.1.1	Kapitalgebundene Kosten	63
2.1.2	Verbrauchsgebundene Kosten	64
2.1.3	Betriebsgebundene Kosten	64
2.1.4	Sonstige Kosten	64
2.1.5	Montagekosten	64
2.1.6	Preise von Anlagenbauteilen	66
2.1.6.1	Preisdegression	66
2.2	Wirtschaftlichkeit	66
2.2.1	Wirtschaftlichkeitsberechnung	67
2.2.1.1	Kapitalrückflußdauer	67
2.2.1.2	Annuitätenmethode	67
2.2.1.3	Amortisationsdauer	67
2.2.1.4	Barwertmethode (Kapitalwertmethode)	68
2.2.1.5	Dynamische Berechnung	69
2.3	Wärme- und Energiekosten	70
2.3.1	Kapitalkosten	70
2.3.2	Energiekosten	70
2.3.3	Betriebskosten	71
2.3.4	Sonstige Kosten	71
2.3.5	Gesamtkosten	71
2.4	Verträge	71
2.4.1	Vertragsarten	71
2.4.2	Vertragsformen	72
2.4.3	Zusammenarbeitsverträge	73
2.4.4	Einflüsse der Vertragsform	74
2.4.5	Vertragsgestaltung	75
2.5	Vertragsbedingungen	76
2.5.1	Zahlungsbedingungen	77
2.5.2	Liefertermin	77
2.5.3	Probetrieb, Risikoübergang, Betriebsübernahme	78
2.5.4	Zugesicherte Eigenschaften	79
2.5.5	Gewährleistung	79
2.5.6	Nachweis der zugesicherten Auslegungsdaten	80
2.5.7	Rechte des Bestellers bei Mängeln an der Lieferung	81
2.5.8	Sonstiges	82
2.5.8.1	Streitfälle	83
3	Bauliche Planung	85
3.1	Allgemeines	85
3.2	Transport- und Lagerverhältnisse	85
3.3	Baustelleneinrichtung	86
3.4	Montage	86
3.5	Personal	86

1
&
*

3.6	Haftung und Verantwortung des Lieferers.	87
3.7	Bau- und/oder Montageüberwachung.	87
3.8	Betriebsdokumentation.	88
3.8.1	Spezielle Betriebsdokumentation.	88
3.8.1.1	Betriebsprogramm.	88
3.8.1.2	Betriebsabläufe.	89
3.8.1.3	Betrieb einzelner Gebiete und Teilgebiete.	89
3.8.1.4	Wirtschaftlicher Betrieb.	89
3.8.1.5	Steuerungs- bzw. Regelungs- sowie Sicherheitssysteme und Sicherheitseinrichtungen.	89
3.8.1.6	Betriebsbericht.	89
3.8.1.7	Regelmäßige Inspektionen.	89
3.8.1.8	Betriebsstörungen.	89
3.8.2	Dokumentation von Wartung, Reparatur und Kundendienst.	89
3.8.2.1	Produktwartung.	90
3.8.2.2	Kundendienstbericht.	90
3.8.2.3	Wartungs- und Reparaturberichte.	90
3.8.2.4	Sicherheit.	90
3.8.3	Einsatz von Einrichtungen.	90
3.8.3.1	Anleitungen für den Betreiber.	90
3.8.3.2	Inhalt der Anleitungen für den Betreiber.	90
3.8.3.3	Sicherheit.	91
3.9	Inbetriebnahme.	91
3.9.1	Inbetriebnahmeablauf am Beispiel einer Wärmeträger-Ölanlage.	91
3.9.1.1	Abnahmeprüfung.	91
3.9.1.2	Reinigung.	91
3.9.1.3	Dichtheitsprüfung.	92
3.9.1.4	Füllen der Anlage mit Wärmeträger und Druckprüfung.	92
3.9.1.5	Funktionsprüfung.	93
3.9.1.6	Inbetriebnahme.	93
3.9.1.7	Meßprotokoll.	94
3.10	Abnahme.	94
3.11	Aufmaß.	94
	Betrieb der Anlage.	95
4.1	Wartung und Instandhaltung.	95
4.1.1	Instandhaltungskonzept.	95
4.1.2	Instandsetzung nach Ausfall.	95
4.1.3	Vorbeugende Instandhaltung.	96
4.1.4	Zustandsbezogene Instandhaltung.	96
	Beispielhafter Ablauf eines Anlagenprojektes in Diagrammen.	99
5.1	Zeitliche Planung.	99
5.2	Typischer Planungsablauf.	100
5.3	Aufgaben und Zielstellungen der Inbetriebnahme.	101
5.4	Typischer Inbetriebnahmeablauf.	101
5.5	Betrieb der Anlage.	102
5.6	Pumpenüberwachung.	102
5.7	Standardablauf einer Wartung.	103
5.8	Standardablauf einer Inspektion.	104
5.9	Standardablauf einer Instandsetzung.	105
	Projektierungsleichungen und Faustformeln.	107
6.1	Allgemeines.	107
6.2	Volumenstrombestimmung.	107
6.2.1	Heißwasser.	107
6.2.2	Thermoöle bei der oberen Anwendungstemperatur.	107
6.2.3	Luft (im Normzustand).	107
6.3	Rohrleitungsinwenddurchmesser.	108

10 Inhaltsverzeichnis

6.4	Leistungsbedarf von Pumpen	108
6.5	Leistungsbedarf von Ventilatoren	109
6.6	Elektrische Stromstärke /für die Zuleitung zum Motor im Drehstromnetz	109
6.7	Meßblendenbohrung	109
6.7.1	Wasser	110
6.7.2	Thermoöl	110
6.7.3	Wasserdampf (Sattdampf)	110
6.8	Verbrennungstechnik	110
6.8.1	Brennstoffstrom B und Abgasstrom V_K	110
6.8.2	Flüssige und gasförmige Brennstoffe	111
6.8.3	Holzverbrennung	111
Datensammlung und Planungsmaterial		113
7.1	Auslegungen	113
7.1.1	Strömungsgeschwindigkeiten aus der Praxis	113
7.1.2	Hauptdaten von Rohrleitungen und Rohrleitungselementen	114
7.1.3	Rohranschlußabmessungen, die sich aus den Flanschnormen ergeben	116
7.1.4	Kenngrößen für die Druckverlustberechnung	117
7.1.5	Verlusthöhenbestimmung bei Wasserleitungen	118
7.1.6	Nomogramm zur Berechnung des Strömungswiderstandes von Rohrleitungen	119
7.1.7	Geschwindigkeit und Druckverlust in durchströmten Rohren	120
7.1.8	Verlusthöhe	121
7.1.9	Erforderliche Dehnschenkellängen bei warmgehenden Stahlrohrleitungen	122
7.1.10	Verhältnis der gestreckten Länge zur Verbindungslänge als Kriterium für das elastische Verhalten eines Stahlrohrsystems	123
7.1.11	Dehnungsaufnahme von Rohrschenkeln	124
7.1.12	Dehnschenkel bei Kunststoffrohren	125
7.1.13	Leistungsbestimmung bei Pumpen	126
7.1.14	Wirkungsgrad und Leistungsbedarf von 1-stufigen Kreiselpumpen im Optimum	127
7.1.15	Leistungsbestimmung bei Ventilatoren	128
7.1.16	Diagramm zur Bestimmung der Wanddicke von zylindrischen Mänteln	129
7.1.17	Diagramm zur Bestimmung gewölbter Böden	130
7.1.18	Diagramm zur Bestimmung von ebenen Böden	131
7.1.19	Streckgrenze und Langzeit-Warmfestigkeitswerte von nahtlosen Rohren aus warmfesten Stählen	132
7.1.20	Stoffwerte von Stählen	133
7.1.21	Drehmoment in Abhängigkeit von Antriebsleistung und Drehzahl	134
7.1.22	Wellendurchmesser in Abhängigkeit vom Drehmoment	134
7.1.23	Abblasleistungen von Vollhub-Sicherheitsventilen und Normal-Sicherheitsventilen für Wasser	135
7.1.24	Abblaseleistungen von Vollhub-Sicherheitsventilen und Normal-Sicherheitsventilen für Sattdampf und Luft	136
7.1.25	Strömungsgeschwindigkeit in Dampfleitungen	137
7.1.26	Bemessung von Kondensatleitungen	138
7.1.27	Auslegung von Sattdampfleitungen	140
7.1.28	Nachverdampfung bei der Entspannung von Kondensat	141
7.1.29	Anhaltswerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten X' bei Wärmeaustauschern	142
7.1.30	Mittlere Temperaturdifferenz für reinen Gleich- und Gegenstrom	143
7.1.31	Richtwerte des Schalldruckpegels von Drehstrommotoren	144
7.1.32	A-Schall-Leistungspegel an Spiral- oder Ringgehäusepumpen	144
7.1.33	Schall-Leistungspegel von Ventilatoren	144
7.2	Konstruktion	145
7.2.1	Bildzeichen für Wärmekraftanlagen	145
7.2.2	Transportabmessungen	146
7.2.3	Mindestabstände von Leitungen	148
7.2.4	Rohrbrücke	149
7.2.5	U-Rohr-Wärmeaustauscher	150
7.2.6	Hauptabmessungen sowie Heizflächen bei einem Rohrbündel-Wärmeübertrager	151
7.2.7	Bezeichnung von Wärmeaustauscher-Bauelementen nach TEMA	152

7.2.8	Übliche Werkstoffe in Abhängigkeit vom Nenndruck.	153
7.2.9	Übersichtsdiagramm zur Bestimmung der Baugrößen von Radialventilatoren . . .	154
7.2.10	Kennfelder von Kreiselpumpen.	155
7.2.11	Liegende Behälter.	156
7.2.12	Sättel für liegende Behälter.	159
7.2.13	Apparat mit Profilfüßen.	160
7.2.14	Rohrfüße für stehende Apparate.	161
7.3	Datenblätter.	162
7.3.1	Datenblatt für Kreiselpumpen.	162
7.3.2	Datenblatt für Sicherheitsventile.	163
7.3.3	Spezifikationsblatt für Stellgeräte.	164
7.3.4	Datenblatt für Elektromotoren.	166
7.3.5	Datenblatt für Wärmeaustauscher - allgemeine Daten.	167
7.3.6	Datenblatt für Wärmeaustauscher - Prozeßdaten und Stoffwerte.	168
7.3.7	Datenblatt für Wärmeaustauscher - Stutzen und Maßskizze.	169
7.4	Vorschriften.	170
7.4.1	Einordnung der TA Luft in die Vorschriften zur Luftreinhaltung.	170
7.4.2	Übersicht für zulässige Emissionswerte.	170
7.4.3	Emissionsgrenzwerte für Feuerungen und Abfallverbrennungsanlagen.	171
7.4.4	Druckgeräterichtlinie: Einteilung der Fluide.	172
7.4.5	Behältereinstufung (Druckgeräte RL) Fluide der Gruppe 1: $P_{i(Ompl/TS)} > 0,5 \text{ bar(ü)}$	172
7.4.6	Behältereinstufung (Druckgeräte RL) Fluide der Gruppe 2: $P_{i(Ompl/TS)} > 0,5 \text{ bar(ü)}$	173
7.4.7	Behältereinstufung (Druckgeräte RL) Fluide der Gruppe 1, Flüssigkeiten: $p'_{(Dampf/TS)} < 0,5 \text{ bar(ü)}$	173
7.4.8	Behältereinstufung (Druckgeräte RL) Fluide der Gruppe 2, Flüssigkeiten: $P_{(Dampf)}^{\wedge} < 0,5 \text{ bar(ü)}$	174
7.4.9	Beheizte überhitzungsgefährdete Druckgeräte (Druckgeräte RL) TS > 110 °C, Fluide: Dampf oder Heißwasser.	174
7.4.10	Rohrleitungseinstufung: Fluide der Gruppe 1: $P_{i(p,mprk)} > 0,5 \text{ bar(ü)}$	175
7.4.11	Rohrleitungseinstufung: Fluide der Gruppe 2: $P_{i(Dampf/TS)} > 0,5 \text{ bar(ü)}$	175
7.4.12	Rohrleitungseinstufung: Fluide der Gruppe 1: $P_{i(Dampf/TS)} < 0,5 \text{ bar(ü)}$	176
7.4.13	Rohrleitungseinstufung: Fluide der Gruppe 2: $P_{(Dampf/TS)} < 0,5 \text{ bar(ü)}$	176
7.4.14	Konformitätsbewertung.	177
7.4.15	Inhalt der Konformitätsbewertungsverfahren.	177
7.5	Stoffwerte.	178
7.5.1	Wasserdampf tabel: Sättigungszustand (Drucktabel).	178
7.5.2	Enthalpiediagramm von Wasserdampf (A-/?-Diagramm).	179
7.5.3	Übersichtsdiagramm: T-s-Diagramm von Wasserdampf mit Isobaren und Isochoren.	180
7.5.4	Übersichtsdiagramm: A-s-Diagramm von Wasserdampf.	181
7.5.5	Dichte von trockener Luft.	182
7.5.6	Spezielle Wärmekapazität von trockener Luft bei konstantem Druck.	182
7.5.7	Stoffwerte von Wasser bei Sättigungsdruck.	183
7.5.8	Stoffwerte von trockener Luft.	184
7.5.9	Spezielle Wärmekapazität von trockener Luft und Rauchgasen.	185
7.5.10	A-z-Diagramm für feuchte Luft.	186
7.5.11	Stoffwertebereich von Gasen, Flüssigkeiten und Feststoffen.	187
7.6	Kalkulation.	188
7.6.1	Montagezeiten für die häufigsten Stahlrohrleitungsteile.	188
7.6.2	Spezifische Kosten von Wärmeaustauschern aus C-Stahl.	189
7.6.3	Spezifische Kosten von Behältern aus C-Stahl.	190
7.6.4	Kosten für Anlagenteile in Abhängigkeit von der Nennweite.	191
	Literaturverzeichnis.	193
	Stichwortverzeichnis.	195